

参考答案

1~10 (每题 2 分) BACDC BDBBD

11~20 (每题 3 分) DBDDD DBCCC

21. (10 分)

(1) 磷脂双分子层 (2 分) 正 (2 分)

(2) 协助扩散 (2 分) Ca^{2+} 与 Piezo 通道的直径和形状相适配, 大小和电荷相适宜 (2 分)

(3) Piezo 通道功能增强, Ca^{2+} 大量进入红细胞激活 K^{+} 通道, 进而使 K^{+} 大量外流, K^{+} 外流速率大于 Ca^{2+} 内流的速率, 细胞渗透压降低, 细胞失水表现出干瘪形态。(2 分)

22. (10 分)

(1) NADPH、ATP C_5

(2) 更高 (2 分) S_1 和 S_2 组叶绿素含量增加, 促进光反应阶段的进行; 气孔导度增大, 给叶肉细胞提供的 CO_2 增多, 促进暗反应阶段的进行。(2 分)

(3) 在一定范围内, 随着遮荫程度增大净光合速率先上升后下降 (2 分) 12%~36% (2 分)

23. (10 分)

(1) a 和 b (2 分) 突触 c 释放抑制性神经递质, 使屈肌运动神经元无法产生神经冲动, 导致屈肌无法产生兴奋 (2 分)

(2) 化学信号转化为电信号 增大 肌肉抽搐

(3) 交感神经 脑干和小脑 分级

24. (10 分)

(1) 神经性耳聋 (2 分) 常染色体隐性遗传病 (2 分)

(2) 若腓骨肌萎缩症基因位于常染色体上, 则 III_{12} 基因型应为 Dd, 同 III_{10} 、 III_{12} , 电泳结果应该与同 III_{10} 、 III_{12} 相同 (2 分)

(3) $\text{BbX}^{\text{D}}\text{X}^{\text{d}}$ 或 $\text{BBX}^{\text{D}}\text{X}^{\text{d}}$ (2 分) $7/32$ (2 分)

25. (10 分)

(1) 2 和 3 使 DNA 聚合酶能够从引物的 3' 端开始连接脱氧核苷酸

(2) 酶切后产生的黏性末端相同 2 5' 驱动基因的转录 (或 RNA 聚合酶识别和结合位点) (2 分)

(3) 四环素 将苹果外植体浸泡在含有某底物的营养液中, 筛选出使营养液呈蓝色的外植体 (或对苹果外植体喷洒一定浓度的真菌溶液, 筛选出能抑制真菌生长的外植体) (2 分)

参考答案(详解)

一、选择题(每题只有一个选项符合题意, 1-10 题每题 2 分, 11-20 题每题 3 分, 共 50 分)

1.B 解析: 碎牛肉(生)中不含碳水化合物, 植物蛋白肉产品中含有碳水化合物, 通过测定碳水化合物的含量, 来鉴定碎牛肉(生)中是否添加植物蛋白肉, A 正确; 蛋白质可与双缩脲试剂产生紫色反应, 向牛肉丸(植物型)匀浆中加入双缩脲试剂, 溶液呈紫色说明该产品中含有蛋白质, B 错误; 细胞中的糖类和脂质是可以相互转化的, 大量食用糖类物质后, 糖类可以转化成甘油三酯(脂肪)和某些氨基酸, C 正确; 饱和脂肪酸长链的每个碳原子与相邻的碳原子以单键连接, 因此熔点较高, 容易凝固, D 正确。

2.A 解析: 若支持内共生学说, 则线粒体和叶绿体的遗传信息与细菌相似度较高, 而线粒体和叶绿体的 DNA 结构与核 DNA 一致, 不能作为支持内共生学说的证据, A 正确; 线粒体和叶绿体都有 DNA、RNA 和核糖体, 有自己独立的蛋白质合成系统, 与细菌相似, 这支持内共生学说, B 错误; 线粒体和叶绿体都能自主进行分裂增殖, 细菌也能自主进行分裂增殖, 这支持内共生学说, C 错误; 线粒体和叶绿体基因组在大小和结构方面与细菌类似, 均为环状双链 DNA, 这支持内共生学说, D 错误。

3.C 解析: 蓝藻又名蓝细菌, 体内含有光合色素, 是自养型生物, A 错误; 伞藻的嫁接实验只能说明控制伞帽形状的遗传物质存在于含细胞核的假根中, 还需要通过核移植实验才能充分证明控制伞帽的遗传物质存在于细胞核中, B 错误; 黑藻叶肉细胞内叶绿体大而清晰, 可用来观察叶绿体和细胞质流动, C 正确; 小球藻是一种单细胞绿藻真核生物, 含有叶绿体, 能进行光合作用, 因此, 是探究光合作用过程的良好材料, D 错误。

4.D 解析: 由题干“多线染色体的形成是由于染色体复制 10 次, 每次复制产生的染色单体直接分离形成子染色体并行排列”及“同源染色体发生配对”可知, 多线染色体含有 2^{10} 条子染色体, A 正确; 由题意, 每次复制产生的染色单体直接分离形成子染色体并行排列可知, 多线染色体的形成通常会进行着丝粒的分裂, B 正确; 由题干“多线化的细胞均处于永久间期”可知, 多线染色体与处于分裂中期(已高度螺旋)的染色体相比, 染色质丝螺旋化程度要低, C 正确; 由题干“多线化的细胞均处于永久间期”可知, 其不能进入分裂期, 因此多线染色体的形成过程中不会发生核膜、核仁周期性消失和重建的现象, D 错误。

5.C 解析: 分析题意, 高温胁迫下, 细胞膜定位的 TT3.1 蛋白易位到多囊泡体中并招募胞质中的叶绿体前体蛋白 TT3.2 进入多囊泡体, 进一步被液泡降解, 说明高温胁迫下 TT3.1 蛋白感知温度信号后发生细胞定位改变, A 正确; 正常情况下, 叶绿体前体蛋白 TT3.2 进入多囊泡体, 进一步被液泡降解, 以保护叶绿体免受热胁迫, 该过程中 TT3.2 蛋白会被叶绿体中水解酶大量降解, 据此推测, 成熟 TT3.2 蛋白在叶绿体内积累会破坏叶绿体的正常功能, B 正确, C 错误; 高温胁迫下, 细胞膜定位的 TT3.1 蛋白易位到多囊泡体中并招募胞质中的叶绿体前体蛋白 TT3.2 进入多囊泡体, 进一步被液泡降解, 保护叶绿体免受热胁迫, 过量表达 TT3.1 或敲除 TT3.2 基因都能实现高温下水稻增产, 利于高温下水稻增产, D 正确。

6. B 解析: “生物体在形成生殖细胞——配子时, 成对的遗传因子彼此分离, 分别进入不同的配子中”属于假说内容, 孟德尔没有提到染色体的概念, A 错误; “ F_1 自交后代出现 4 种性状组合, 且比例为 9:3:3:1”属于实验现象, B 正确; “进行测交实验, 后代出现 4 种性状组合, 且表型比例为 1:1:1:1”属于实验验证, C 错误; 孟德尔揭示自由组合定律的实质是形成配子时, 决定同一性状的遗传因子彼此分离, 控制不同性状的遗传因子自由组合, D 错误。

7. D 解析: 硒代半胱氨酸的出现使运载氨基酸的 tRNA 种类发生改变, tRNA 的反密码子含有 3'ACU5' 碱基序列, A 错误; 密码子位于 mRNA 上, 正常情况下每个基因转录出的 mRNA 均含有终止密码子, B 错误; 翻译的直接模板为 mRNA, 多肽链中硒代半胱氨酸需要 UGA

序列，该 mRNA 的终止密码可能是 UGA，也可能是其它终止密码，则其直接模板中可能含有两个 UGA 序列，不是一定含有两个 UGA 序列，C 错误；反密码子与密码子按碱基互补配对原则进行配对，与 tRNA 上结合的氨基酸无关，D 正确。

8. B 解析：跳跃基因能够从染色体原位点上单独复制或断裂下来，插入同一条染色体或不同染色体的另一位点，可导致生物产生染色体结构变异或基因重组，从而增加遗传多样性，A 正确；跳跃基因单独复制可增大基因库，B 错误；跳跃基因单独复制也可以导致基因增加，改变频率发生改变，C 正确；跳跃基因能够从染色体原位点上单独复制或断裂下来，可能导致基因库短期内发生较大变化，为物种骤变提供了有力证据，D 正确。

9. B 解析：动物细胞体外培养时的 pH 为 7.2~7.4，是与酶的活性有关，A 错误；呼吸中枢活动受抑制会导致 CO₂ 排出减少，CO₂ 在体内过多生成 H₂CO₃ 导致酸中毒，B 正确；人体无氧呼吸产物是乳酸，不产生 CO₂，C 错误；动物肝脏组织中含有调节 pH 的缓冲对，D 错误。

10. D 解析：谷氨酸棒状杆菌可通过诱变育种或基因工程育种获得高产 L-亮氨酸的工程菌株，A 正确；在发酵生产之前需要对谷氨酸棒状杆菌进行扩大培养，以获得足够数量的菌体用于发酵，B 正确；发酵工程的中心环节是发酵罐内的发酵过程，C 正确；发酵结束后，L-亮氨酸是小分子物质，应采用蒸馏、萃取、离子交换等方法进行提取，而过滤、沉淀等方法适用于分离固体物质，D 错误。

11. D 解析：从牛体内提取的瘤胃液不能灭菌，否则不能分离出目标微生物，A 错误；为分离出纤维素分解菌，甲、乙、丙培养基应以纤维素为唯一碳源，还需要添加氮源等营养成分，B 错误；由图可知，将菌液接种到乙上所用的方法是平板划线法，不能用于计数，C 错误；牛、羊等反刍动物具有特殊的瘤胃，在瘤胃中生活着多种厌氧微生物，在甲、乙、丙、丁的培养基表面加入一层无菌石蜡能有效获得目标菌落，D 正确。

12. B 解析：细胞器 PXo 小体具有多层膜，膜的结构与细胞膜相似，说明 PXo 小体膜参与构成果蝇细胞的生物膜系统，A 正确；粗面内质网的功能为合成蛋白质大分子，并把它从细胞输送出去或在细胞内转运到其他部位，PXo 小体的功能主要是维持胞内磷酸盐稳态，两者功能不相同，B 错误；PXo 小体增加膜层数可能需要能量，细胞内的能量主要由线粒体提供，C 正确；PXo 小体动态解体可在磷酸盐充足时将其储存，磷酸盐不足时放出磷酸盐供细胞使用，利于维持胞内磷酸盐稳态，D 正确。

13. D 解析：花结构的形成过程中依赖细胞分化实现，细胞分化的本质是基因的选择性表达，A 正确；花瓣细胞属于体细胞，其中含有控制该植物生长发育的全套遗传信息，B 正确；若抑制 B 类基因表达，则会影响花瓣和雄蕊的形成形成，因此，花的结构中会含有花萼、雌蕊、胚珠，C 正确；表中信息说明，E 类基因在花的各部分结构形成过程中均起作用，但不能说明 E 类基因在种子植物器官中均表达，D 错误。

14. D 解析：图甲细胞中被标记的染色体在②处联会，所以①→②时，细胞中同源染色体联会形成四分体，A 正确；③→④时同源染色体分离，所以赤道板两边④处的染色体互为同源染色体，处于减数第一次分裂后期，含姐妹染色单体；染色体由③→④的同时，细胞从赤道板位置开始凹陷，故该细胞应是初级精母细胞，B 正确，D 错误；图甲中的序号代表减数第一次分裂不同的时期，染色体数目与体细胞相同，减数第一次分裂末期减半，果蝇的染色体组成是 2n=8，所以图乙的纵坐标应为 2n、n，ab 时期对应图甲细胞，C 正确。

15. D 解析：中存在同源染色体，且没有联会，正在进行有丝分裂，A 正确；基因型为 MmNn 的动物，测交后代中绝大多数个体基因型为 mmNn、Mmnn，极少数为 MmNn、mmnn，说明 m 和 N 连锁，M 和 n 连锁，若图中染色体上的编号 7 是基因 M 的位置，则 m 存在于同源染色体的相同位点，即 19 和 22，B 正确；m 和 N 连锁，则 N 位于 20、23 或 21、24，C 正确；M 和 n 连锁，则 n 位于 8、11 或 9、12，D 错误。

16. D 解析：若 5 为该致病基因的携带者，则该病为隐性遗传病，则 5 号个体的基因型可能为 $X^A X^a$ ，4 号个体的基因型为 $X^a Y^a$ ，若 6 是男孩，则其基因型可能为 $X^A Y^a$ ，若 6 是女孩，其基因型可能是 $X^A X^a$ 不患病，均可能不患病，A 正确；若该病的致病基因为隐性基因，则可知，2 号个体的基因型为 $X^a X^a$ ，4 号个体的基因型为 $X^a Y^a$ ，可推知，1 号个体的基因型为 $X^A Y^a$ ，B 正确；若该病的致病基因为隐性基因，结合 B 项可知，1 号个体的基因型为 $X^A Y^a$ ，2 号个体的基因型为 $X^a X^a$ ，则可推知，1 和 2 再生一个子女，该子女患病的概率是 1/2；若该病的致病基因为显性基因，则可知，1 号个体的基因型为 $X^a Y^a$ ，2 号个体的基因型为 $X^A X^a$ ，1 和 2 再生一个子女，该子女患病的概率是 1/2，C 正确；若该病的致病基因为隐性基因，则依据题干信息可推知，4 号个体的基因型为 $X^a Y^a$ ，5 号个体的基因型为 $X^A X^a$ ，则 4 和 5 所生女儿不一定患病；若该病的致病基因为显性基因，则依据题干信息可推知，4 号个体的基因型为 $X^A Y^a$ ，5 号个体的基因型为 $X^a X^a$ ，则 4 和 5 所生女儿一定患病，其基因型为 $X^A X^a$ ，故若 4 和 5 所生女儿一定患病，则该病为显性基因控制的遗传病，D 错误。

17. B 解析：DNA 复制时，子链的延伸方向为 $5' \rightarrow 3'$ ，且和模板链反向平行，因此，乙链的 b 端是 $3'$ 端，d 端是 $5'$ 端，A 正确；以甲链作为模板合成的新链和乙链序列完全一样，和乙链的嘌呤比例相同，B 错误；该复制过程表现为边解旋边复制的特征，在解旋过程中氢键断裂，在子链延伸过程中磷酸二酯键的形成，C 正确；催化与甲链对应的完整子链的合成至少需要两种酶，包括 DNA 聚合酶和 DNA 连接酶等，D 正确。

18. C 解析：P 序列在精子中是非甲基化的，传给子代后能正常表达，在卵细胞中是甲基化的，传给子代后不能表达。基因型为 AAa 的三体小鼠，可能是侏儒鼠，也可能是正常鼠，因为其中的 A 基因可能来自父方，也可能来自母方，A 错误；侏儒鼠细胞中可能含有来自母本卵细胞的基因，因此，侏儒鼠与侏儒鼠交配，子代不一定是侏儒鼠，因为侏儒鼠可能产生含有 A 的精子，则该精子参与受精产生的后代表现正常，B 错误；纯合侏儒雌鼠基因型应为 aa ，纯合正常雄鼠基因型为 AA ，二者杂交得 F_1 基因型为 Aa ，设雌鼠卵细胞中 P 序列甲基化的 A 基因表示为 A^- ， F_1 雌雄个体间随机交配可表示为 $A^-a \times Aa$ ， F_2 的基因型及比例为 AA^- （正常鼠）： Aa （正常鼠）： A^-a （侏儒鼠）： aa （侏儒鼠）=1：1：1：1，因此 F_2 的表型及比例为正常鼠：侏儒鼠=1：1，C 正确；表观遗传未改变 DNA 的碱基排列顺序，但是改变的表型能遗传给后代，D 错误。

19. C 解析：动物细胞培养时通常会在培养液中加入一些天然成分，肿瘤细胞共培养体系加入的血清可提供某些营养物质，A 错误；第一次筛选是要选出杂交瘤细胞，杂交瘤细胞既能大量增殖又能产生抗体，不能根据细胞中染色体的数目筛选，B 错误；多次筛选时用到抗原-抗体杂交技术来检测是否产生所需抗体，同时进行克隆化培养技术以获得大量能产生特定抗体的细胞，C 正确；实验组中加入了单克隆抗体，抗体与肿瘤细胞表面的 CD47 发生特异性结合，从而解除 CD47 对巨噬细胞的抑制作用，而对照组中没有加入单克隆抗体，不能与肿瘤细胞表面的 CD47 结合，因而无法解除 CD47 对巨噬细胞的抑制作用，因此，预期实验结果为实验组中吞噬细胞的吞噬指数显著高于对照组，D 错误。

20. C 解析：根据表格信息可知，WOX5 能维持未分化状态，使植物细胞保持分裂能力强、较大的全能性，若 WOX5 失活后，中层细胞会丧失干细胞分裂能力强、分化程度低的特性，A 正确；由题干信息“生长素的生理作用大于细胞分裂素时有利于根的再生”，再结合表格信息，WOX5+PLT 可能诱导出根，可推测 WOX5+PLT 可能有利于愈伤组织中生长素的积累，B 正确；由题意可知，生长素的生理作用小于细胞分裂素时有利于芽的再生，而抑制 ARR5 能诱导出芽，可知 ARR5 被抑制时细胞分裂素较多，故可推测 ARR5 抑制细胞分裂素积累或降低细胞对细胞分裂素的敏感性，C 错误；由题干信息可知，出芽或出根都是生长素与细胞分裂素含量不均衡时才会发生，故可推测体细胞中生长素和细胞分裂素的作用可能相互抑制，D 正确。

二、非选择题（共 5 题，每题 10 分，共 50 分，除特别标注外每空 1 分）

21.（10 分）

(1) 磷脂双分子层（2 分） 正（2 分）

(2) 协助扩散（2 分） Ca^{2+} 与 Piezo 通道的直径和形状相适配，大小和电荷相适宜（2 分）

(3) Piezo 通道功能增强， Ca^{2+} 大量进入红细胞激活 K^+ 通道，进而使 K^+ 大量外流， K^+ 外流速率大于 Ca^{2+} 内流的速率，细胞渗透压降低，细胞失水表现出干瘪形态。（2 分）

解析：(1)细胞膜的基本支架为磷脂双分子层。通道开放会使 Piezo 通道周边的膜变弯曲，弯曲能放大 Piezo 通道对膜张力变化的敏感性，这属于正反馈调节。(2)Piezo 通道开放后， Ca^{2+} 通过协助扩散通过该通道进入细胞， Ca^{2+} 能通过 Piezo 通道是因为 Ca^{2+} 与该通道的直径和形状相适配，大小和电荷相适宜。(3)由图可知，Piezo 通道被激活后，进入红细胞的 Ca^{2+} 可激活 K^+ 通道，进而使 K^+ 大量外流，细胞渗透压降低，细胞失水表现出干瘪形态。

22.（10 分）

(1) NADPH、ATP C_5

(2) 更高（2 分） S_1 和 S_2 组叶绿素含量增加，促进光反应阶段的进行；气孔导度增大，给叶肉细胞提供的 CO_2 增多，促进暗反应阶段的进行。（2 分）

(3) 在一定范围内，随着遮荫程度增大净光合速率先上升后下降（2 分） 12%~36%（2 分）

解析：(1)光反应的产物 NADPH 和 ATP 储存有能量可供暗反应利用用于 C_3 的还原。对正常光照下的枫杨幼苗进行遮荫处理，光照强度减弱，导致光合速率下降，ATP 含量下降， C_3 的还原被抑制，而二氧化碳的固定不受影响，故叶绿体基质中的 C_5 含量在极短时间内降低。(2)与 CK 相比，在 S_1 和 S_2 的遮光条件下，枫杨幼苗的气孔导度增大，给叶肉细胞提供的 CO_2 增多，促进光合作用暗反应阶段的进行；叶绿素含量增加，促进光合作用光反应阶段的进行，故与 CK 组相比， S_1 和 S_2 组枫杨幼苗 CO_2 固定量更高。(3)分析表格可知遮荫 12% (S_1)、遮荫 24% (S_2) 和遮荫 36% (S_3) 三组的净光合速率均高于自然光对照 (CK) 组，而遮荫 48% (S_4) 的净光合速率低于自然光对照 (CK) 组，由此可知适当遮荫有利于枫杨幼苗光合作用的进行。遮荫 24% (S_2) 组的净光合速率最大，故若想确定最合适的遮荫程度，应在该实验的基础上，在遮荫程度为 12%~36% 的范围内进一步进行实验。

23.（10 分）

(1) a 和 b（2 分） 突触 c 释放抑制性神经递质，使屈肌运动神经元无法产生神经冲动，导致屈肌无法产生兴奋（2 分）

(2) 化学信号转化为电信号 增大 肌肉抽搐

(3) 交感神经 脑干和小脑 分级

解析：(1)敲击髌骨下韧带，刺激了感受器，感觉神经元传导神经冲动至神经中枢，由于突触 b 能使下一神经元兴奋，所以伸肌收缩；而突触 c 抑制下一神经元兴奋，所以屈肌仍然处于舒张状态。由于神经纤维未受到刺激时， K^+ 外流，细胞膜内外的电荷分布情况是外正内负，当某一部位受刺激时， Na^+ 内流，其膜电位变为外负内正。又突触 a、b、c 中，a、b 使下一神经元兴奋，而 c 抑制下一神经元兴奋。因此踢小腿时，故突触 a、b 的后膜电位变为外负内正，而突触 c 的后膜电位仍为外正内负。屈肌舒张的原因是突触 c 释放抑制性神经递质，使屈肌运动神经元无法产生神经冲动，导致屈肌无法产生兴奋。(2)乙酰胆碱扩散到突触后膜与受体结合，突触后膜上的信号变化是化学信号转化为电信号。肌细胞外 Ca^{2+} 会竞争性抑制 Na^+ 内流，血钙过低时对 Na^+ 的抑制作用减弱，所以突触后膜的动作电位会增大。 Ca^{2+} 降低时，肌细胞的兴奋性增加，从而引起抽搐等症状。(3)当人体处于兴奋状态时，交感神

经活动占据优势，心跳加快，血管收缩，支气管扩张等。连接低级中枢与高级中枢的主要通路是脑干。大脑皮层是控制机体运动的最高级中枢，对低级运动中枢有控制作用。高级中枢会发出指令对低级中枢进行调控，这是神经系统的分级调节，这种调节使运动变得更加有条不紊和精准。

24. (10分)

(1)神经性耳聋 (2分) 常染色体隐性遗传病 (2分)

(2)若腓骨肌萎缩症基因位于常染色体上，则III₁₂基因型应为 Dd，同III₁₀、III₁₂，电泳结果应该与同III₁₀、III₁₂相同 (2分)

(3)BbX^DX^d或 BBX^DX^d (2分) 7/32 (2分)

解析：(1)9和10均不患神经性耳聋，但是生出患该病的16，说明为隐性遗传，而16号女性的父亲和儿子不患该病，所以该病遗传方式为常染色体隐性。(2)腓骨肌萎缩症致病基因应在X染色体上，如果在常染色体上III₁₂基因型应为Dd，同III₁₀、III₁₂，电泳结果应该相同。(3)由图可知，II₅和II₆有关腓骨肌萎缩症的基因型是X^DX^d、X^dY，所以III₁₃的基因型是X^DX^d；因为IV₁₈两病皆患，所以III₁₀耳聋相关基因为Bb，II₅和II₆中携带耳聋致病基因，所以III₁₃有关耳聋的基因型可是BB或Bb，所以III₁₃的基因型为BbX^DX^d或BBX^DX^d。由图可知，V₂₂的基因型为BbX^dY，V₂₃的基因型为1/2的BBX^DX^d，1/2的BbX^DX^d，所以他们后代中出现不患病女孩的概率是(1-1/2×1/4=7/8)(不患神经性耳聋概率)×1/4(不患腓骨肌萎缩症的女孩概率)=7/32。

25. (10分)

(1)2和3 使DNA聚合酶能够从引物的3'端开始连接脱氧核苷酸

(2)酶切后产生的黏性末端相同 2 5' 驱动基因的转录(或RNA聚合酶识别和结合位点) (2分)

(3)四环素 将苹果外植体浸泡在含有某底物的营养液中，筛选出使营养液呈蓝色的外植体(或对苹果外植体喷洒一定浓度的真菌溶液，筛选出能抑制真菌生长的外植体) (2分)

解析：(1)根据子链延伸方向为5'→3'，可判断出扩增BG2基因应选择引物2和引物3。引物的作用是使DNA聚合酶能够从引物的3'端开始连接脱氧核苷酸。(2)Xba I酶切后的末端与Spe I酶切后的末端能连接，即黏性末端能发生碱基互补，是因为Xba I与Spe I酶切后产生的黏性末端相同。根据图1所示目的基因的转录方向及图2所示启动子、终止子位置，可判断出目的基因插入质粒的方向，因此PCR时可在引物2的5'端加上Not I识别序列，以保证目的基因与质粒正确连接。图中人工设计的复合启动子既可驱动基因的转录(RNA聚合酶识别和结合位点)，又能增强转录活性。(3)Ca²⁺处理可使细菌处于易从环境中吸收DNA分子的生理状态。图2显示质粒上有四环素抗性基因，可将菌液接种至含四环素的培养基上以筛选出含有BG2抗病质粒的农杆菌，再将其与苹果外植体共培养进行转化后，将苹果外植体浸泡在含有某底物的营养液中，筛选出使营养液呈蓝色的外植体，获得成功转化的受体细胞。